

ESTIMACIÓN DEL COSTO DE TRATAMIENTO PARA DIARREAS Y PROBLEMAS RESPIRATORIOS EN BECERRAS HOLSTEIN LACTANTES SUPLEMENTADAS CON AGUA ELECTROLIZADA

Ramiro González Avalos

Profesor investigador del departamento de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México

ORCID: 0000-0002-6677-1970

Blanca Patricia Peña Revuelta

Profesor investigador del departamento de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México

ORCID: 0000-0002-9000-8887

Karla Quetzalli Ramírez Uranga

Profesor investigador del departamento de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México

ORCID: 0000-0003-1139-6883

José González Avalos

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México

ORCID: 0000-0001-9018-2255

Luis Fernando Díaz Robles

Consultor privado

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: Las razones de las muertes de las becerras antes del destete generalmente se clasifican en función de signos clínicos fácilmente reconocibles, como problemas digestivos o enfermedad respiratoria. El objetivo del presente estudio fue estimar el costo de tratamientos de diarreas y enfermedades respiratorias en becerras Holstein lactantes suplementadas con agua electrolizada. se utilizaron dos tratamientos: T1= testigo, T2= 5mL de agua electrolizada (Bactoless Supra®) por litro de leche respectivamente; en ambos tratamientos fue suministrado hasta los 60 días de vida de las crías. En los dos tratamientos la primera toma calostro se realizó durante las primeras dos h de vida, la segunda de cuatro a siete h posteriores a la primera. Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando cada becerra como una unidad experimental. Se observó un 14.63% de becerras enfermas de diarrea, 0% de problemas respiratorios y 2.4% de animales enfermos con diarrea y problemas respiratorios (mixto), no existió mortalidad en los animales del presente estudio. El costo de tratamientos fue 52.3% menor en los animales donde se suministró agua electrolizada.

Palabras clave: Bacteria, desarrollo, leche, reemplazo, salud.

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera está estimada como una de las regiones de mayor jerarquía respecto a la producción de leche en México. El tamaño de los hatos es superior a 200 vacas, pero existen explotaciones con más de 1,000 vacas en producción. El nivel de producción es superior a 7,500 litros leche por lactación. Se producen más de 2 mil 330 millones de litros anuales de leche, de los cuales el 42 por ciento corresponden a La Laguna de Durango y 58 por ciento al estado de Coahuila (SIAP-SAGARPA, 2016).

El manejo y la salud de los animales de reemplazo son elementos importantes de la rentabilidad total del hato. Así mismo, la producción en las unidades lecheras puede verse afectada negativamente por el crecimiento incorrecto de las becerras, la disminución en la producción de leche de animales que experimentaron enfermedades crónicas como los recién nacidos, la propagación de enfermedades infecciosas de becerras a vacas adultas, el aumento de los costos veterinarios, limitada oportunidad de selección genética y alta mortalidad de animales de reemplazo. Además, entre los animales presentes en un hato lechero, las tasas altas de morbilidad y mortalidad generalmente ocurren en las crías antes del destete (MCGUIRK; RUEGG, 2011).

La crianza de reemplazos es importante para el mantenimiento y crecimiento de los hatos lecheros de la Comarca Lagunera. No obstante, diversas unidades de producción aún siguen importando vaquillas, lo que demuestra una debilidad en esta importante área. Resultados de investigaciones han mostrado que la crianza adecuada de los reemplazos en la misma explotación permite un ahorro de casi 35% en comparación de las vaquillas importadas. De igual manera, bajo las condiciones de la región, se observa que la problemática de los establos está relacionada con las enfermedades, mortalidad, resistencia de las bacterias a los antibióticos, además del uso de tecnología inadecuada en el manejo de los animales (GONZÁLEZ et al., 2015).

Como se ha afirmado antes, la morbilidad y mortalidad en becerras recién nacidas son atribuidas a enfermedades infecciosas. Al respecto, las dos enfermedades más frecuentes son: diarrea y respiratorias; por lo que se ha estimado que, la tasa de mortalidad antes del destete es de 7,8 %; la diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 50 % de las muertes; las enfermedades respiratorias, es la segunda causa de mortalidad con 15 %

(AZIZZADEH et al., 2012). Esto puede traer como consecuencia que las vaquillas lleguen al parto después de los 24 meses de edad y produzcan menos leche comparado con aquellas que fueron criadas adecuadamente (BELLOSO, 2005).

Los trastornos digestivos en las terneras son enfermedades frecuentes que se manifiestan con diarreas caracterizadas por heces líquidas y profusas, deshidratación, emaciación, postración y muerte (GODDEN, 2008). Las enfermedades entéricas son comunes en becerros y les representa enormes pérdidas económicas a las industrias de la ganadería, de la carne y leche como resultado de la mortalidad de becerros recién nacidos y los costos de tratamiento. Es común que la diarrea neonatal sea más el resultado de una infección combinada de diferentes enteropatógenos (bacterias, virus, protozoarios) que la infección con un solo agente, siendo muy importante la *Escherechia coli*, *Salmonella*, *Rotavirus*, *Clostridium*, *Giardia*, *Coronavirus* cabe mencionar que mayores pérdidas ocurren cuando las terneras son mantenidas en confinamiento, donde la oportunidad de transmisión de los agentes causales de la diarrea se ve realizada por su acumulación en el medio ambiente (BAQUERO-PARRADO, 2008).

Las neumonías en becerras son de gran importancia económica debido a que se genera escasa inmunidad a los diferentes agentes infecciosos involucrados; por lo que los programas de vacunación contra esta enfermedad tienen efectos muy limitados. Además, la terapia con antibióticos es cara, y los animales que se recuperan de la infección, comúnmente presentan mal nivel de desarrollo (ROY, 1990). La incidencia de las infecciones respiratorias es muy alta, pero el índice de mortalidad puede ser muy variable. De acuerdo con un estudio sobre la incidencia de la enfermedad en becerras

inglesas, los tratamientos contra neumonías representaron 50% de todos los tratamientos recibidos (ESSLEMONT; KOSSAIBATI, 1999). Los padecimientos respiratorios se consideran la principal causa de muerte en la mayor parte (63%) de los establos de Tijuana. Bajo las condiciones de campo, al igual que con otras enfermedades multifactoriales, la presentación y severidad de las neumonías en becerras se pueden atribuir a interacciones complejas entre diversos agentes infecciosos, factores ambientales, así como al estado inmunológico del animal (WALTER-TOEWS; MARTIN; MEEK, 1986).

El agua electrolizada contribuye al saneamiento de plantas que tienen virus o bacterias. Esto ya se usa en países como Japón e Italia, además de que es útil para la desinfección de instalaciones de cremerías donde hacen productos como yogur y quesos y que generan residuos en recipientes que son limpiados con ácidos. En estas aplicaciones realizadas en colaboración con investigadores y estudiantes de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro, el agua electrolizada resultó más eficiente. Cada una de estas tecnologías es una combinación de unidades de operación basadas en procesos físicos, biológicos, químicos y fisicoquímicos diseñada considerando la cantidad y tipo de contaminantes, la eficiencia de remoción, el apego a las normas oficiales mexicanas para el reúso, reciclaje y potabilización, los espacios para su instalación, facilidad de uso, tiempos de construcción, capacitación y operación, así como el costo para los usuarios (CIDETEQ, 2018).

Un costo es un recurso que se utiliza para obtener un objetivo específico. El sistema de contabilizar los costos de operación permite generar información acerca de las actividades productivas esenciales y administrativas que llevan a cabo las empresas en su ciclo productivo, cuantificando y clasificando

los gastos según el interés de los dueños o inversionistas; como es el costo por unidad producida, el destino de los gastos y la comparación con el producto de la venta (TREJO; FLORIUK, 2010). Una reducción de gastos genera una rentabilidad privada o ganancia; siendo ésta la retribución a la disposición del productor para administrar recursos y aceptar un riesgo (HERNÁNDEZ et al., 2016). Con base a lo anteriormente expuesto el objetivo del presente trabajo fue estimar el costo de tratamientos de diarreas y enfermedades respiratorias en becerras Holstein lactantes suplementadas con agua electrolizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló del 05 de noviembre 2020 al 30 de enero de 2021, en un establo del municipio de Delicias, en el estado de Chihuahua; se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1170 msnm, entre los paralelos 28° 11' y 28° 11' de latitud norte y los meridianos 105° 28' y 105° 28' de longitud oeste (INEGI, 2009).

Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas primíparas y multíparas de la raza Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta, se determinó la densidad de este producto, utilizando un refractómetro de grados Brix (Model- 1221 DeltaTrak®). El calostro con refractometría $\geq 24.5\%$ de grados brix (Densidad de $80 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ de Ig) se combinó hasta acumular la cantidad de 15 L (un lote). Se pasteurizó, a una temperatura de 60°C, por 60 min, en un pasteurizador comercial (Rudder®). Después de pasteurizado, el calostro se colocó en bolsas de plástico para sellado al alto vacío de 20 x 30 cm (dos L por bolsa) y se congeló a -20 °C. hasta su suministro a las crías. A cada cría se les suministraron 500 L de leche

pasteurizada durante su lactancia durante los primeros 60 días de vida. Se ofreció agua a libre acceso a partir del segundo día de vida.

Para observar el efecto en la salud en becerras suplementadas con agua electrolizada seleccionaron de manera aleatoria 40 crías, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de metal previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos quedaron como sigue; se utilizaron dos tratamientos: T1= testigo, T2= 5mL de agua electrolizada (Bactoles Supra®) por litro de leche respectivamente; en ambos tratamientos fue suministrado hasta los 60 días de vida de las crías. En los dos tratamientos la primera toma se realizó durante las primeras dos h de vida, la segunda de cuatro a siete h posteriores a la primera. Se suministraron 2 L•toma, cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando cada becerra como una unidad experimental.

El concentrado iniciador (Cuadro 1) se administró diariamente por la mañana y de ser necesario se sirvió por la tarde. La variable a evaluar fue consumo de concentrado. Para determinar el consumo de concentrado se utilizó una báscula electrónica digital (EQM 200/400, Torrey®), el consumo del alimento se midió a partir del día dos de vida hasta el destete de las becerras 60 días.

| Ingrediente | | %* |
|----------------|------|---------|
| Humedad | Max. | 13 % |
| Proteína Cruda | Min. | 21.50 % |
| Grasa Cruda | Min. | 3.00 % |
| Fibra Cruda | Max. | 8.00 % |
| Cenizas | Max. | 7.00 % |

*De acuerdo a la etiqueta del fabricante

Cuadro 1. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.

Las enfermedades que se registraron para determinar el costo de los tratamientos de las becerras fueron diarreas y neumonías, además, se registró la mortalidad. El registro fue a partir del nacimiento hasta los 60 días de vida, la clasificación de las crías con diarrea se realizó mediante la observación de la consistencia de las heces, heces normales corresponde a crías sanas y becerras con heces semi-pastosas a líquidas se catalogaron como crías enfermas. En relación a la clasificación de los problemas respiratorios las crías con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39,5 °C se consideraron enfermas, si no presentaron lo anterior fueron crías sanas.

Para la estimación del costo de los tratamientos se consideró el precio de los medicamentos utilizados para restablecer la salud de las becerras (diarreas y neumonías).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los resultados de morbilidad y mortalidad (Cuadro 2) se observa un 17.07% de animales enfermos (diarreas y neumonías) y 0% de mortalidad. Durante la crianza de becerras, el periodo crítico se presenta en el primer mes de vida debido al alto riesgo de enfermedades ocasionando una mayor tasa de morbilidad y mortalidad, en la mayoría de los casos las becerras son infectadas por agentes patógenos causantes de enfermedades entéricas y respiratorias debido a un ambiente contaminado o por contacto directo con animales enfermos originando una morbilidad de hasta el 80%, debido a esto, el uso de fármacos como antibióticos, así como terapias de fluidos representan un costo adicional a los sistemas de producción láctea (MCGUIRK, 2008).

| | | |
|--|----|--------|
| Total de becerras del estudio | 41 | 100% |
| Becerras con evento de diarrea | 6 | 14.63% |
| Becerras con evento de neumonía | 0 | 0% |
| Becerras con evento de diarrea + neumonía | 1 | 2.40% |
| Becerras con otros problemas de enfermedad | 0 | 0% |
| Total de becerras enfermas | 7 | 17.07% |
| Total de becerras muertas | 0 | 0% |
| Total de becerras sanas | 34 | 82.93% |

Cuadro 2. Morbilidad y mortalidad con evento de enfermedad en becerras Holstein en lactancia suplementadas con agua electrolizada Supra®.

Peña-Revuelta et al. (2019), observaron una morbilidad de 83.83% en un estudio donde utilizaron becerras lactantes Holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6, el experimento tuvo una duración de 60 días hasta el destete de las crías. Resultados superiores son reportados por González et al. (2019), donde observaron el 98.88% de morbilidad en un experimento donde se utilizó extracto de plantas medicinales en la leche de las becerras lecheras lactantes.

Peña-Revuelta et al. (2019), observaron una morbilidad de 83.83% en un estudio donde utilizaron becerras lactantes Holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6, el experimento tuvo una duración de 60 días hasta el destete de las crías. Resultados superiores son reportados por González et al. (2019), donde observaron el 98.88% de morbilidad en un experimento donde se utilizó extracto de plantas medicinales en la leche de las becerras lecheras lactantes.

En el presente estudio cabe resaltar que no hubo crías muertas en ambos tratamientos. Resultados superiores a los anteriores son reportados por Reyes (2019), 10.7% (55/510)

de becerras muertas en un estudio donde se evaluó la morbilidad en una población de 510 becerras Holstein en la etapa de lactancia, alimentadas con sustituto de leche por un período de 45 días que es cuando se destetaron las becerras. Conforme a Brea, Medina e Bilbao (2016), reportan una mortalidad durante el período de estudio, para el año 2012 un 86,3%; en 2013 un 33,53%; en 2014 un 42,71%, y en 2015 un 27,82% de una unidad de producción bovina en Buenos Aires, Argentina.

Respecto a los resultados en becerras enfermas de diarrea (Cuadro 3) se reporta un 14.63% en ambos tratamientos, no se presentó mortalidad en los animales de estudio. Estos resultados son inferiores a los reportados por la USDA (2008), donde observaron la salud en becerros antes del destete en Estados Unidos de Norte América, reportan morbilidad por diarrea de 23.9% a 27.2% durante las primeras 8 semanas de vida respectivamente.

Las crías neonatales son altamente susceptibles a las infecciones entéricas, una de las principales causas de su muerte, por lo que se necesitan enfoques para mejorar la salud intestinal y la salud general de las mismas. Un número cada vez mayor de estudios están explorando la composición microbiana del intestino, el sistema inmunitario de la mucosa y las intervenciones dietéticas tempranas para mejorar la salud de los becerros lecheros, lo que revela posibilidades para reducir efectivamente la susceptibilidad a las infecciones entéricas y al mismo tiempo promover el crecimiento (MALMUTHUGE; LUO, 2017).

| Eventos | Testigo | Supra® | Total |
|---|---------|--------|-------|
| Total de becerras con evento de diarrea | 3 | 3 | 6 |
| Mortalidad | 0 | 0 | 0 |
| Promedio de días en tratamiento | 4 | 4 | |
| Mínimo de días en tratamiento | 3 | 3 | |
| Máximo de días en tratamiento | 5 | 6 | |

Cuadro 3. Morbilidad y mortalidad con evento de diarrea en becerras Holstein en lactancia suplementadas con agua electrolizada Supra®.

En relación a los resultados de morbilidad y mortalidad de becerras con evento de neumonía no se observaron animales enfermos ni animales muertos en ambos tratamientos. Resultados similares son reportados por González et al. (2019) 3.33% de morbilidad para problemas respiratorios, en becerras lecheras lactantes donde se utilizó extracto de plantas medicinales en la leche con el objetivo de mejorar la salud de las crías. Se tiende a asociar la neumonía con el período posterior al destete. En los sistemas de producción de lácteos en los EE. UU., se ha descrito la enfermedad respiratoria bovina como la segunda enfermedad más común en los becerros antes del destete, con un 18.1% de morbilidad y la enfermedad más común en las crías destetadas, con un 11.2% de morbilidad (USDA-APHIS, 2012).

En relación a morbilidad y mortalidad de becerras lactantes ocasionadas por la diarrea y neumonía; infección mixta (Cuadro 4) se observó únicamente un animal enfermo, en el grupo testigo. Como consecuencia de la pobre capacidad inmune, en el periodo cercano al nacimiento, la cría es más vulnerable a las infecciones; además, otros elementos como el consumo insuficiente de calostro, limpieza deficiente, variaciones en el clima u otras

causas que desencadenan una situación de estrés, pueden disminuir el sistema de defensa predisponiendo a la afección por enteropatógenos, y a su vez a las infecciones mixtas (MUKTAR et al., 2015).

Las diarreas y enfermedades respiratorias son condiciones comunes que afectan a las becerras. Sería útil contar con información más específica sobre la causa y las circunstancias que rodean las muertes de los animales para analizar mejor los patrones e implementar prácticas para prevenir futuras muertes. La necropsia y las pruebas de diagnóstico de laboratorio son 2 procedimientos que podrían implementarse para comprender mejor la causa de muerte en los animales lecheros. Sin embargo, la necropsia de las crías muertas no es un procedimiento común en los Estados Unidos; el 11.3% de las unidades lecheras realizaron necropsias de sus animales y solo en el 4.6% de las crías muertas se realizaron necropsias durante 2003 (USDA, 2008).

| Eventos | Testigo | Supra® | Total |
|--|---------|--------|-------|
| Total de becerras con evento de diarrea + neumonía | 1 | 0 | 1 |
| Mortalidad | 0 | 0 | 0 |
| Promedio de días en tratamiento | 12 | 0 | |
| Mínimo de días en tratamiento | 12 | 0 | |
| Máximo de días en tratamiento | 12 | 0 | |

Cuadro 4. Morbilidad y mortalidad con evento de diarrea + neumonía en becerras Holstein en lactancia suplementadas con agua electrolizada Supra®.

Respecto a los costos de morbilidad y mortalidad (Cuadro 5) se observa un 52.3% menor costo en el grupo donde se utilizó el agua electrolizada. Los costos varían de establo a establo y pueden tener diferencias

extremas, debido a los variables niveles de manejo, a los diferentes productos utilizados para restablecer la salud de las becerras (antibióticos, sueros, antipiréticos, protectores de mucosa, electrolitos).

La mortalidad neonatal no solo figura una pérdida económica, sino que también atrasa el progreso genético al proporcionar menos reemplazos para el desecho voluntario (RABOISSON et al., 2013). La mortalidad también se ha explorado como un marcador para la vigilancia del bienestar de las granjas y se ha sugerido como un indicador de la salud general en las granjas de ganado (VON KEYSERLINGK et al., 2009).

| Eventos | Testigo | \$ total de tratamientos | Supra® | \$ total de tratamientos |
|--|---------|--------------------------|--------|--------------------------|
| Total de becerras con evento de diarrea | 3 | 517.44 | 3 | 517.44 |
| Mortalidad | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| Total de becerras con evento de neumonía | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| Mortalidad | 0 | - | 0 | 0.00 |
| Total de becerras con evento de diarrea + neumonía | 1 | 470.89 | 0 | 0.00 |
| Mortalidad | 0 | - | 0 | - |
| Total \$ | | 988.33 | | 517.44 |
| Diferencia en % en relación al grupo testigo | | - | | 52.3 |

Cuadro 5. Costos de morbilidad y mortalidad en becerras Holstein en lactancia suplementadas con agua electrolizada Supra®.

La mayoría de las causas de las muertes de los becerros se pueden mitigar con la atención preventiva adecuada o tratamientos específicos, lo que significa que el porcentaje típico de pérdida por muerte podría disminuir con un mejor manejo. Por ejemplo, las becerras con criptosporidiosis o diarrea viral, que resulta en las pérdidas de agua y electrolitos, pueden tratarse y tienen una alta probabilidad de recuperación si se les proporciona una fluidoterapia agresiva. Sin embargo, tales cambios de manejo se dirigen mejor mediante un análisis exhaustivo de las causas de la muerte de los animales, y los sistemas actuales de registro de becerros lecheros generalmente carecen de detalles suficientes para este tipo de análisis (LOMBARD, 2019).

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las cuales fue desarrollado el presente estudio, permite concluir que el adicionar agua electrolizada a las becerras lecheras puede ayudar a restablecer la salud de las crías lecheras lactantes. Es conveniente destacar que el suministrar agua electrolizada permitió disminuir el costo de los tratamientos en un 52.3% menos en relación al grupo testigo. Con respecto a las pérdidas económicas por morbilidad éstos pueden incrementarse, debido al precio de los diferentes productos que se utilizan para tratar de restablecer la salud de los animales; como antibióticos, protectores de mucosa, antipiréticos. Por lo que se sugiere realizar otras investigaciones en relación a los patógenos que ocasionan enfermedades en las becerras y la resistencia a antibióticos por parte de los mismos, y así puedan disminuir las pérdidas económicas.

REFERENCIAS

- AZIZZADEH, M., H. F. SHOOROKI, A. S. KAMALABADI AND M. A. STEVENSON. 2012. Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*. 104:335-340.
- BAQUERO-PARRADO, J. R. 2008. Diarrea neonatal indiferenciada: consideraciones sobre su prevención en campo, *Veterinaria y Zootecnia*. 2(2):59-68
- BELLOSO, V. T. I. 2005. Cría y desarrollo de vaquillas lecheras. DIGAL. Día Internacional del Ganadero Lechero. Delicias, Chihuahua, México.
- BREA, M. J., MEDINA, L. F. Y BILBAO, G. 2016. Análisis de mortalidad en una crianza artificial de terneros durante el periodo 2012-2015. Tesina. *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*. Buenos Aires, Argentina.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA (CIDETEQ). 2018. El agua electrolizada, posible alternativa al uso de cloro en la desinfección de agua y alimentos. En línea: <https://www.iagua.es/noticias/conacyt/agua-electrolizada-podria-reemplazar-uso-cloro#:~:text=El%20investigador%20em%C3%A9rito%20del%20Cideteq.con%20el%20objetivo%20de%20generar> [Fecha de consulta 28 octubre 2020].
- ESSLEMONT, R. J, Y KOSSAIBATI, M. A. 1999. The cost of respiratory diseases in dairy heifer calves. *Bov Pract*. 33:174-178.
- GODDEN, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. Food Anim*. 24:19-39.
- GONZÁLEZ, A. R. 2015. Transferencia de inmunidad pasiva, crecimiento y supervivencia de becerras lecheras suministrando diferentes cantidades de calostro pasteurizado. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- GONZÁLEZ-AVALOS, R. RODRÍGUEZ-DIMAS, N., PEÑA-REVUELTA, B. P., GONZÁLEZ-AVALOS, J., RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, K. 2019. Morbilidad y mortalidad en becerras holstein alimentadas con leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales *Ciencia e Innovación*. 2(1):261-272.
- HERNÁNDEZ, M. J., REBOLLAR, R. A., MONDRAGÓN, A., GUZMÁN, S. E., Y REBOLLAR, R. S. 2016. Costos y competitividad en la producción de bovinos de carne en el sur del Estado de México. *Investigación y Ciencia*. 69:13-20.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009.
- LOMBARD, J. E., GARRY, F. B., URIE, N. J., MCGUIRK, S. M., GODDEN, S. M., STERNER, K., EARLEYWINE, T. J., CATHERMAN, D. Y MAAS, J. 2019. Proposed dairy calf birth certificate data and death loss categorization scheme. *J. Dairy Sci*. 102:4704-4712.
- MALMUTHUGE, N., Y LUO, G. L. 2017. Understanding the gut microbiome of dairy calves: Opportunities to improve early-life gut health. *J. Dairy Sci*. 100:1-10.
- MCGUIRK, S. M. 2008. Disease management of dairy calves and heifers. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract*. 24:139-153.
- MCGUIRK, S. M. Y RUEGG, P. 2011. Calf Diseases and Prevention. Extensión. University of Wisconsin-Madison. <https://articles.extension.org/pages/15695/calf-diseases-and-prevention#top>
- MUKTAR Y, GEZHAGNE M, BIRUK T, DINAOL B. 2015. A review on major bacterial causes of calf diarrhea and its diagnostic method. *J. Vet. Med. Anim. Health*. 7(5):173-185.
- PEÑA-REVUELTA, B. P., GONZÁLEZ-AVALOS, R., ROCHA-VALDÉZ, J. L., GONZÁLEZ-AVALOS, J., RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, K. GONZÁLEZ-AVALOS, J. 2019. Efecto de la alimentación de becerras holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6 en: morbilidad y mortalidad. *Ciencia e Innovación*. 2(1):247-257.
- RABOISSON, D., F. DELOR, E. CAHUZAC, C. GENDRE, P. SANS, Y G. ALLAIRE. 2013. Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *J. Dairy Sci*. 96:2913-2924.
- REYES, R. A. 2019. Morbilidad de diarreas en becerras lecheras y su efecto en su desarrollo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México.

ROY, J. H. B. 1990. Respiratory infections. In: *The Calf*. 2nd ed. London: Butterworths. :132-153.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SIAP-SAGARPA). 2016. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo> (Consulta: enero 13, 2018).

TREJO, G. E. Y FLORIUK, G. F. 2010. Costos de producción del becerro. Boletín informativo. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 9. www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=3678

USDA-APHIS. 2012. Dairy Heifer Raiser 2011: A Study of Operations that Specialize in Raising Dairy Heifers. USDA-APHIS-VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System (NAHMS), Fort Collins, CO. #613.1012.

USDA. 2008. Dairy 2007, Part III: Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2007. USDA-APHIS-VS, CEAH, Fort Collins, CO. #N482.0908.

VON KEYSERLINGK, M. A. G., J. RUSHEN, A. M. DE PASSILLÉ, Y D. M. WEARY. 2009. Invited review: The welfare of dairy cattle-key concepts and the role of science. *J. Dairy Sci.* 92:4101-4111.

WALTER-TOEWS, D., MARTIN, S. W., Y MEEK, A. H. 1986. Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds. III. Association of management with morbidity. *Prev Vet Med.* 4:137-158.